

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **62200730 A**

(43) Date of publication of application: **04.09.87**

(51) Int. Cl. **H01L 21/302**  
**H01L 21/205**

(21) Application number: **61041415**

(22) Date of filing: **28.02.86**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **MATSUO SEITARO**

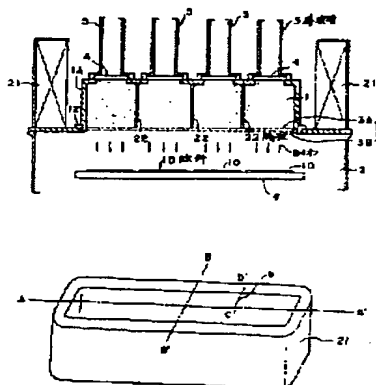
**(54) PLASMA PROCESSING DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To enlarge the irradiation region of ions without increasing the size of a magnetic coil and the titled plasma processing device, and to obtain the high through-put electronic cyclotron resonant plasma treatment device having excellent mass productivity by a method wherein the plane cross-section of a plasma-growing magnetic coil has an air-core region of rectangular shape or the shape approximate to it.

**CONSTITUTION:** A plasma growing chamber and a sample chamber 2 having an almost rectangular plane cross-section respectively, and a plasma growing chamber 1 is surrounded by a magnetic coil 21 having the plane cross-section of almost rectangular air-core region. The coil of this invention is formed by one-dimensionally enlarging the coil heretofore in use in lateral direction (A-A' direction). The distance between the center part C' of the coil in B-B' direction and the D' of the coil is unchanged, and the cubic volume of the plasma growing chamber to be provided in said air-core part can be increased in proportion to magnifying ratio.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-200730

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 21/302  
21/205

識別記号

庁内整理番号

D-8223-5F  
7739-5F

④ 公開 昭和62年(1987)9月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 プラズマ処理装置

⑰ 特 願 昭61-41415

⑱ 出 願 昭61(1986)2月28日

⑲ 発 明 者 松 尾 誠 太 郎 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 谷 義 一

明 細 書

1. 発明の名称

プラズマ処理装置

2. 特許請求の範囲

1) 電子サイクロトロン共鳴を利用してプラズマを生成し、該プラズマ中のイオンを被加工体に照射して処理を行うプラズマ処理装置において、プラズマ生成用の磁気コイルの平面断面が長形状またはそれに近似される形状の空芯領域を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

2) 前記磁気コイルの形成する磁界がプラズマ生成部から試料台に向かって磁界強度が弱くなる発散磁界の磁界分布であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置。

(以下余白)

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、プラズマおよびそれに含まれるイオンを利用して材料表面をエッチングするために、または材料表面上に薄膜を形成するために用いるプラズマ処理装置に関するものであり、特に半導体集積回路などの各種デバイスの製造工程において、微細なパターンを形成するためのエッチングの工程、低温で良質の薄膜を形成するための膜形成工程に量産性よく適合するプラズマ処理装置に関するものである。

[従来の技術]

エッチングおよび薄膜形成に用いるプラズマ生成法として、電子サイクロトロン共鳴を利用したプラズマ生成法があり、これは低ガス圧、高イオン化率、高活性の特徴を有し、導入ガスの選択、イオンのエネルギーの制御によって、優れた加工特性を発揮しうることが明らかにされている(特公昭58-13626号公報、特開昭56-155535号公報参照)。

第5図にこのような電子サイクロトロン共鳴プラズマを利用した従来のイオンシャワ装置の基本構成を示す。ここに、1はプラズマ生成室、2は図示しない排気系に連る試料室、3はイオン引出し電極である。4はプラズマ生成室1の上部に設けたマイクロ波導入窓であって、例えば石英ガラス板により構成されている。5はマイクロ波導入のための矩形導波管である。図示を省略したマイクロ波源としては、例えば2.45GHzのマグネトロンを用いて構成される。6はプラズマ生成室1の適当な領域でマイクロ波電子サイクロトロン共鳴条件を満たす磁界強度を発生させるための磁気コイルである。本例では磁気コイル6を2個のコイルで構成しているが、単一のコイルでもよい。ここで、イオン引出しの効果を高め、かつ均一な大口径のイオンシャワを得るため、磁気コイル6は磁界強度がプラズマ生成室1の上部からイオン引出し電極3に向かって弱くなる、いわゆる発散磁界を形成するような構成としている。周波数2.45GHzのマイクロ波に対しては、磁束密度875

ガウスの強度で電子サイクロトロン共鳴が引起される。イオン引出し電極3はプラズマ生成室の壁1Aと同電位の電極3Aと接地電極3Bとからなっており、両電極間の電圧は電源7によって制御される。イオン8はこの両電極間の電位差によって加速され試料室2に入り、試料台9上のウエハなどの試料10を照射する。11はプラズマ室を冷却するための冷却水通路、12は絶縁体、13はプラズマ生成用ガスを導入するための第1ガス導入系、14は必要のある時試料室2内に所望のガスを導入するための第2ガス導入系である。イオン引出し電極によって引出されるイオンシャワの径はこの例では150mmであり、多少の設計変更により径200mm程度まで拡大できる。最近の半導体集積回路用シリコンウエハは100~200mmの径であり、これらのウエハに対して単枚でのエッチングが可能である。しかしながら、高周波放電を利用したプラズマ装置では多数枚のウエハの同時処理が可能であり、これに比較して上記技術は量産性に欠けるといふ欠点がある。この点を改良すべく、第5図の

構造を相似的に大形とすると、磁気コイル6もそのまゝ相似的に大形化しなければならない。磁気コイル6は第8図に示すように空芯領域が円形であったため、この形のままで拡大すると、中心部Cとコイル部Dの距離aが増加する。プラズマ生成室1の中央部で少なくとも電子サイクロトロン共鳴条件の磁界強度(875ガウス)を保ちつつ半径を増加する必要があるため、コイル巻数の増加を必要とし、さらに円周長が増加するので、コイル重量は拡大倍率の3乗に比例して増大、巨大化して、実用的装置は構成できない。また2次元の拡大(半径方向のみ)では均一性が保てないので、高さ方向にも拡大しなければならない。

一方、マイクロ波の周波数を低下させて、電子サイクロトロン共鳴磁界の強度を低下させる方法もあるが、マイクロ波源、マイクロ波回路の入手、取扱いが困難になるという問題がある。

ここではイオンシャワ装置について説明したが、低エネルギーのイオンを発散磁界によって、イオン引出し電極なしで、引出す方式の薄膜形成

装置やエッチング装置についても同様の問題がある。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は上述した従来の欠点を解決し、磁気コイルの巨大化を招くことなく処理面積を増大させた、量産性に優れたプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

このような目的を達成するために、発明のプラズマ処理装置においては、プラズマ生成用の磁気コイルの平面断面が長方形またはそれに近似される形状の空芯領域を有する。

(作用)

本発明ではプラズマ生成用の磁気コイルを一方向に拡大した構造としたので、磁気コイルおよび装置の巨大化を伴わず、イオンの照射領域を拡大でき、量産性に優れた高スループットの電子サイクロトロン共鳴プラズマ処理装置を提供できる。

(実施例)

以下に図面を参照して本発明の実施例を説明す

る。

#### 実施例 1

第1図(A)、(B)に本発明をイオンシャワー装置に適用した実施例の構成を示す。同図(A)は装置の長手方向に沿った断面図、同図(B)は装置の短手方向に沿った断面図である。本実施例のプラズマ生成室1および試料室2は平面断面がほぼ長方形形状であり、平面断面がやはりほぼ長方形形状の空芯領域をもつ磁気コイル21がプラズマ生成室1を囲んでいる。第1図(A)、(B)において、第5図の従来装置と同一部分は同一参照番号を付して説明を省略する。第2図に磁気コイル21の形状を示す。第1図(A)は第2図のA-A'線に沿った断面図であり、第1図(B)は第2図のB-B'線に沿った断面図である。

第2図に示す本発明におけるコイルは従来コイルを横方向(A-A'方向)に1次的に拡大したもので、B-B'方向におけるコイルの中心部C'とコイルD'の距離bは変化せず、その空芯部に設けるべきプラズマ生成室の体積を拡大率に比例して増加

によってプラズマが生成され、そのプラズマはイオン引出し電極3に到達する。そしてイオンがシャワー状に引出され、試料10を照射してエッチング等の処理を行う。プラズマ生成室1および磁気コイル21は過熱防止のため水冷されている。隔壁22は、例えばステンレススチールが用いられ、水冷されたプラズマ生成室の壁1Aと結合され冷却される。複数の導波管からプラズマ生成室1内に導入されたマイクロ波が相互干渉を起すと均一なイオンシャワーを得ることができず、また一方の導波管から導入されたマイクロ波が他方の導波管からもどるなど、効率が低下することがある。隔壁22によって、プラズマ生成室1を各導波管に対応して区切るとこのような干渉を防ぎ、均一なイオンシャワーを効率よく得ることができる。導入ガスとして $C_2F_6$ などのフッ化炭素を導入することによって $SiO_2$ などのエッチングを高精度に実現できる。また $Cl_2$ などの塩素系ガスの導入によって、AlやSiの高精度エッチングが実現できる。本実施例では第5図に示した従来の装置に比

させることができる。コイル内部の磁力線は従来では1次的であるのに対し、本発明コイルでは高さに対して面積が広く2次的のため流すべき電流は多少増加するが、その状態で1次的に、A-A'方向にさらに拡大しても電流を全く増加させる必要がなく、任意の長さのコイル(任意の長さのプラズマ生成室)が容易に構成できる。B-B'方向に沿う断面での磁力線の様子は第5図の従来装置とほぼ同様のため、従来技術と同様の設計思想を本装置に適用することができる。例えば磁力線に沿ってのプラズマ移動を第2図B-B'方向のプラズマの拡大およびイオンの効率的輸送に利用することができる。

第1図にもどり、本実施例では磁気コイル21は形成する磁界が発散磁界でなく、平行磁界もしくはイオン引出し電極3付近で磁界がやや強くなるような磁界の例を示してある。

マイクロ波は4本の矩形導波管5から、隔壁22によって区切られた4室からなる矩形形状のプラズマ生成室1に導入され、電子サイクロトロン共鳴

較して4倍以上のイオンシャワー面積すなわち4台以上と同等の性能を有するが、磁気コイルの大きさは2~3倍程度である。また、本実施例では多数枚のウエハが直線状に試料台上に配列されているので、ウエハ搬送機構を用いて、処理中に連続的に移動させ、スルーボットの高い連続処理装置として用いることもできる。

#### 実施例 2

第3図(A)、(B)は本発明の他の実施例を示す図であって、第3図(A)は第2図におけるA-A'線に沿った断面に対応したイオンシャワー装置の断面構成を示す。第3図(B)は第2図におけるB-B'線に沿った断面に対応するこのイオンシャワー装置の断面構成を示す。第3図(A)、(B)において、第1図(A)、(B)に示した実施例または第5図に示した従来例と同一部分は同一参照番号を付して説明を省略する。

本実施例においては、磁気コイル31は、プラズマ生成室1内に形成する磁界強度が、第2図のB-B'方向では、イオン引出し電極3に向って弱く

なる発散磁界を形成するような構成となっている。この磁界の発散を利用してイオンシャワの面積を増大させることができるので磁気コイル31を実施例1の装置よりさらに小形化することが可能となっている。ここで、32はマイクロ波反射板であり、マイクロ波が、イオン引出し電極3等に悪影響を及ぼすことを防止する作用があるが、マイクロ波パワーが低いなどの場合は省略することもできる。マイクロ波は4本の矩形導波管5より4室からなる矩形状のプラズマ生成室1に導入され、電子サイクロトロン共鳴によってプラズマが生成され、そのプラズマは発散磁界に沿って粗い格子（例えば太さ2mm中の20mmピッチの格子）のマイクロ波反射格子32を通過して、イオン引出し電極3に到達する。そしてイオンがシャワ状に引出され、試料10を照射してエッチング等の処理を行う。エッチングなどの作用は実施例1において説明したのと全く同様である。

#### 実施例3

第4図(A)、(B)に本発明のさらに他の実施例と

以上述べた各実施例においては、プラズマ生成室1は隔壁22によって方形に区切られていたが、区切られた各空間が、従来装置と同様の円形断面となるような隔壁を用いることも可能である。また、複数の導波管から導入されるマイクロ波の位相を揃えて相互干渉を抑えることにより、隔壁を一部または全部省略して2室構成または1室構成として用いることができる。また、マイクロ波導入用導波管5についても、マイクロ波分岐回路やテーパ管、ホーン構造を用いて必要導波管数を低減させることができる。試料室を多室構成とし、それぞれ異なる条件の多種の処理を施す連続装置として実施することもできる。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明ではプラズマ生成用の磁気コイルを一方方向に拡大した構造としたので、磁気コイルおよび装置の巨大化を伴わず、イオンの照射領域を拡大でき、量産性に優れた高スループットの電子サイクロトロン共鳴プラズマ処理装置を提供できる。このため、エッチングや薄

して、薄膜形成やエッチングに用いるプラズマ流装置に本発明を適用した例を示す。第4図(A)は第2図におけるA-A'線に沿った断面に対応した本プラズマ流装置の断面構成を示す図、第4図(B)は同様にB-B'線に沿った断面に対応した断面構成を示す図である。本実施例においては、イオン引出し電極3を用いず、プラズマ引出し窓41からイオンを試料室2に引出している。その他の構成は第3図(A)、(B)に示した第2の実施例の装置とほぼ同様なので説明を省略する。

イオンエネルギーが50~100eV以下ではイオン引出し電極を用いる方法はイオン電流が低下して適用困難となる。本実施例では発散磁界と電子サイクロトロンプラズマの相互作用を利用して、イオン引出し電極なしで、イオンエネルギーを10~50eVに制御して試料台9上にイオン流として輸送し試料10の処理を行う（特開昭56-155535号公報参照）。イオン引出し電極がないため、第3図(A)、(B)に示したイオンシャワ装置より装置の構成を簡略化することができる。

膜形成の加工性能に優れた電子サイクロトロン共鳴プラズマ技術を量産性よく各種デバイスの製造に適用できる。

またウエハを直線状に配列して、バッチ処理だけでなく処理中の試料移動によって連続処理にも適用でき、また直角方向に連続移動させて大面積試料も処理できるという利点もある。なお、本発明は磁界を必要とする他のプラズマ生成法に適用しても効果があることは明らかである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(A)、(B)は本発明をイオンシャワー装置に適用した実施例の構成を示す図で、同図(A)は磁気コイルの長手方向に沿った断面図、同図(B)は磁気コイルの短手方向に沿った断面図、

第2図は本発明における磁気コイルの斜視図、

第3図(A)、(B)は本発明を発散磁界を有する磁気コイルをもつイオンシャワー装置に適用した実施例の構成を示す図で、同図(A)は磁気コイルの長手方向に沿った断面図、同図(B)は磁気コイルの短手方向に沿った断面図、

第4図(A)、(B)は本発明をプラズマ流装置に適用した実施例の構成を示す図で、同図(A)は磁気コイルの長手方向に沿った断面図、同図(B)は磁気コイルの短手方向に沿った断面図、

第5図は従来のイオンシャワー装置の構成を示す断面図、

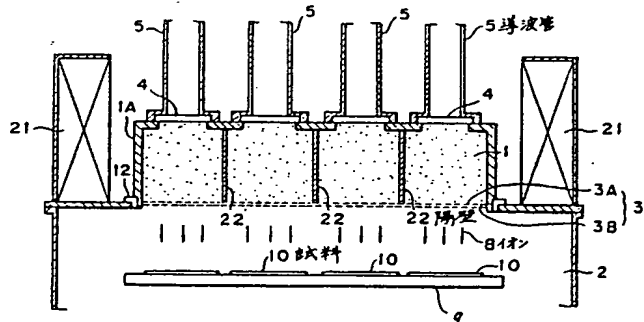
第6図は従来の磁気コイルの斜視図である。

- 1…プラズマ生成室、
- 2…試料室、
- 3…イオン引出し電極、
- 3A…プラズマ生成室と同電位電極、
- 3B…接地電極、
- 4…マイクロ波導入窓、
- 5…導波管、
- 6…磁気コイル、
- 7…イオン引出し電源、
- 8…イオン、
- 9…試料台、
- 10…試料(ウエハ)、

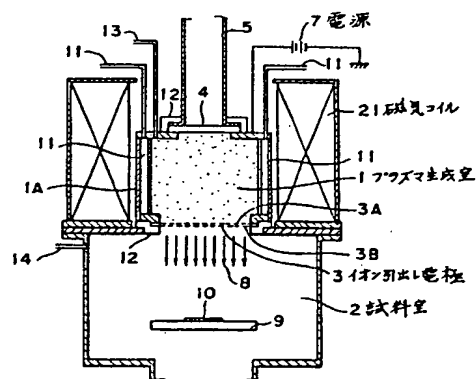
- 11…冷却水通路、
- 12…絶縁体、
- 13…第1ガス導入系、
- 14…第2ガス導入系、
- 21…磁気コイル、
- 22…隔壁、
- 31…磁気コイル、
- 32…マイクロ波反射格子、
- 41…プラズマ引出し窓。

特許出願人 日本電信電話株式会社

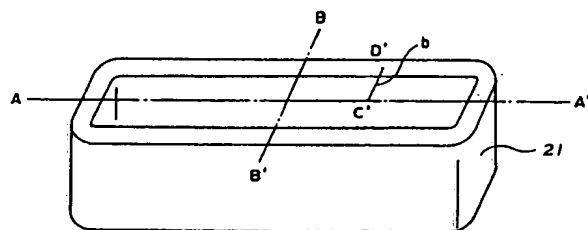
代理人 弁理士 谷 義 一



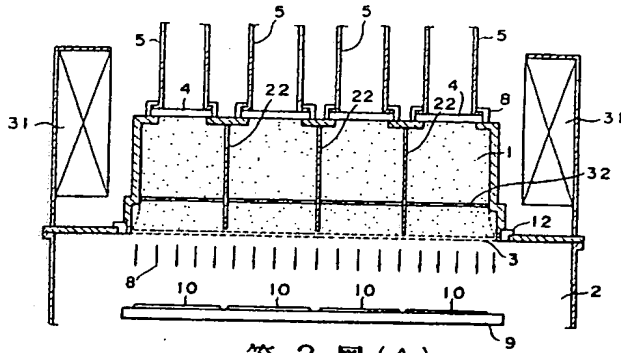
第1図(A)



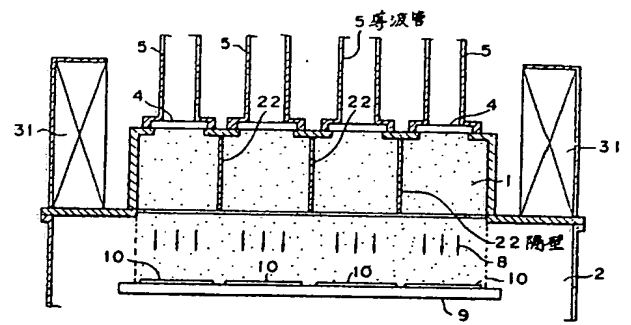
第1図(B)



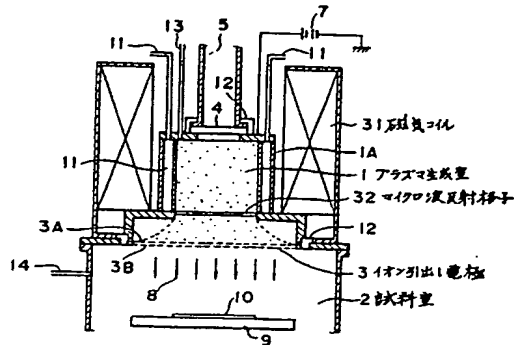
第2図



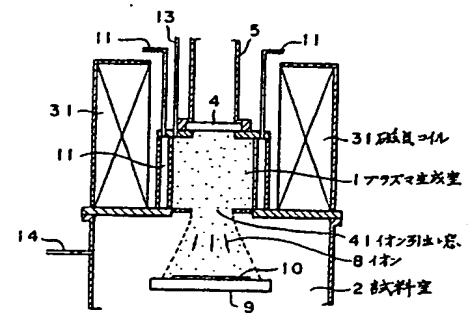
第3図(A)



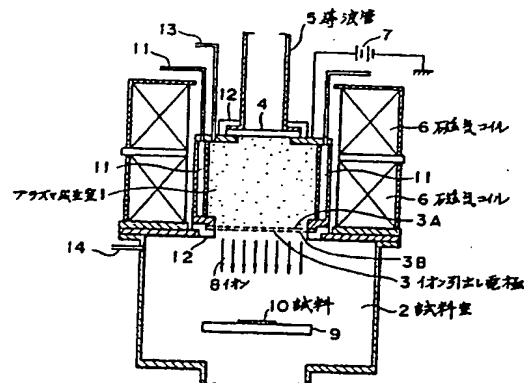
第4図(A)



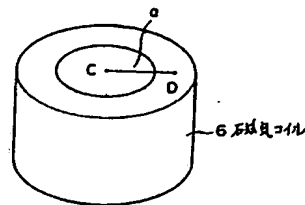
第3図(B)



第4図(B)



第5図



第6図